第５章　酸化還元・電気化学

第19講　酸化還元（定義・酸化数・代表的な酸化剤還元剤・酸化還元反応）

酸化還元は電子が移動する反応だが，移動する電子は化学反応式上では見えない。そこが酸化還元反応の難しい点である。よって電子の移動を捉えるために，酸化数や半反応式を用いたり，代表的な酸化剤還元剤を知っておく必要がある。必要な知識をきちんと頭に入れて，問題演習に取り組まなくてはならない。

⑴　定義

	電子	酸素原子	水素原子	酸化数
酸化	失う	得る	失う	増加
還元	得る	失う	得る	減少

⑵　酸化数

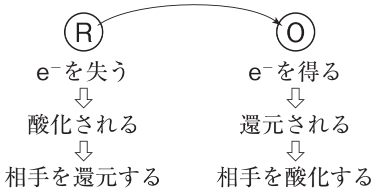
実質的な電荷である。求め方は，電子式を書き，電気陰性度の大きい元素の方へ電子を帰属させていく。

例	H : H	H : Cl	Na : H
	$(\chi_H = \chi_H)$	$(\chi_H < \chi_{Cl})$	$(\chi_{Na} < \chi_H)$
酸化数	0　　0	＋1　－1	＋1　－1

判断法（有機化合物などには使えないので注意）

- ・単体は０
- ・化合物は酸化数の総和が０
- ・イオンは酸化数の総和が価数と一致
- ・水素原子→＋１（金属の水素化合物の場合：水素原子は－１）
- ・酸素原子→－２（過酸化物の場合：酸素原子は－１）
- ・アルカリ金属→＋１，２族→＋２，ハロゲン→－１

⑶　酸化剤・還元剤



- 酸化剤Ⓞ：相手を酸化する物質（自身は還元される）
- 還元剤Ⓡ：相手を還元する物質（自身は酸化される）

※代表的な酸化剤

過マンガン酸カリウム（酸性下）	MnO_4^{-}（赤紫色）	⟶	Mn^{2+}（無色）
過マンガン酸カリウム（塩基性下）	MnO_4^{-}	⟶	MnO_2
二クロム酸カリウム	$Cr_2O_7^{2-}$（橙色）	⟶	Cr^{3+}（緑色）
濃硝酸	HNO_3	⟶	NO_2
希硝酸	HNO_3	⟶	NO
熱濃硫酸	H_2SO_4	⟶	SO_2
ハロゲン単体	X_2	⟶	X^{-}
過酸化水素	H_2O_2	⟶	H_2O
二酸化硫黄	SO_2	⟶	S
オゾン	O_3	⟶	O_2

※代表的な還元剤

金属の単体（M）	M	⟶	M^{n+}
硫化水素	H_2S	⟶	S
シュウ酸	$H_2C_2O_4$	⟶	CO_2
二酸化硫黄	SO_2	⟶	SO_4^{2-}
過酸化水素	H_2O_2	⟶	O_2
ハロゲン化物イオン（X^{-}）	X^{-}	⟶	X_2
塩化スズ（Ⅱ）	Sn^{2+}	⟶	Sn^{4+}
硫酸鉄（Ⅱ）	Fe^{2+}	⟶	Fe^{3+}
水素	H_2	⟶	H^{+}
チオ硫酸ナトリウム	$S_2O_3^{2-}$	⟶	$S_4O_6^{2-}$

※酸化剤にも還元剤にもなるもの

過酸化水素，二酸化硫黄

(4)　酸化還元反応

酸化剤と還元剤の反応が酸化還元反応であり，酸化と還元は必ず同時に起こる。
酸化剤は電子を得るため，反応後は弱い還元剤になり，還元剤は電子を失うため，反応後は弱い酸化剤になる。

Ⓞ　＋　Ⓡ　⟶　弱いⓇ　＋　弱いⓄ

a　判断

酸化還元反応は，化学反応式を見ても電子の授受はわからないため，判断しにくい。電子の授受を捉えるには，酸化数を調べるとよいが，それでは時間がかかってしまう。
そこで

- **反応式の中に単体がある**
- **知っている酸化剤・還元剤の組み合わせである**

この２点に注目して探すとよい。
よって，(3)の代表的な酸化剤・還元剤はしっかり頭にいれ，酸化還元以外の反応もきちんと判断できるようになっておこう。

第19講　演習問題

1　下線をつけた原子の酸化数を答えよ。

(1)　$\underline{C}H_4$　(2)　$H\underline{Cl}O_3$　(3)　$Li\underline{H}$　(4)　$H_2\underline{S}O_4$　(5)　$K\underline{Mn}O_4$　(6)　$\underline{Fe}_2(SO_4)_3$

2　次の反応a～cから，H_2O_2，H_2S，SO_2の酸化作用の強さの順序を知ることができる。これらの物質が酸化作用の強さの順に正しく並べられているものを，以下の①～⑥のうちから一つ選べ。

a　$H_2O_2 + SO_2 \longrightarrow H_2SO_4$

b　$H_2S + H_2O_2 \longrightarrow S + 2H_2O$

c　$SO_2 + 2H_2S \longrightarrow 3S + 2H_2O$

①　$H_2O_2 > H_2S > SO_2$　②　$H_2O_2 > SO_2 > H_2S$

③　$H_2S > H_2O_2 > SO_2$　④　$H_2S > SO_2 > H_2O_2$

⑤　$SO_2 > H_2O_2 > H_2S$　⑥　$SO_2 > H_2S > H_2O_2$

3　次の還元反応a・bから，Fe^{3+}，Sn^{4+}，$Cr_2O_7{}^{2-}$の酸化力の強さを比較することができる。これらのイオンを酸化力の強さの順に並べるとどうなるか。以下の①～⑥のうちから，正しいものを一つ選べ。

a　$2Fe^{3+} + Sn^{2+} \longrightarrow 2Fe^{2+} + Sn^{4+}$

b　$Cr_2O_7{}^{2-} + 6Fe^{2+} + 14H^+ \longrightarrow 2Cr^{3+} + 6Fe^{3+} + 7H_2O$

①　$Fe^{3+} > Sn^{4+} > Cr_2O_7{}^{2-}$　②　$Sn^{4+} > Cr_2O_7{}^{2-} > Fe^{3+}$

③　$Cr_2O_7{}^{2-} > Fe^{3+} > Sn^{4+}$　④　$Sn^{4+} > Fe^{3+} > Cr_2O_7{}^{2-}$

⑤　$Cr_2O_7{}^{2-} > Sn^{4+} > Fe^{3+}$　⑥　$Fe^{3+} > Cr_2O_7{}^{2-} > Sn^{4+}$

4　次の化学変化①～⑤の中で酸化還元反応はいくつあるか。

①　$Cu + 2H_2SO_4 \longrightarrow CuSO_4 + SO_2 + 2H_2O$

②　$2H_2S + SO_2 \longrightarrow 3S + 2H_2O$

③　$NaCl + H_2SO_4 \longrightarrow HCl + NaHSO_4$

④　$H_2O_2 + SO_2 \longrightarrow H_2SO_4$

⑤　$K_2Cr_2O_7 + 2KOH \longrightarrow 2K_2CrO_4 + H_2O$

第19講　確認テスト

1　下線を付した原子の酸化数が等しいのはどれか。

A　$\underline{Cl}_2$　　B　$N\underline{H}_4{}^{+}$　　C　$H_2\underline{O}_2$　　D　$Na\underline{H}$　　E　$Cu\underline{O}$

ア　AとE　　イ　BとA　　ウ　CとD　　エ　DとB　　オ　CとE

＜Note＞

第19講　演習問題

1　(1)　−4　　(2)　+5　　(3)　−1　　(4)　+6　　(5)　+7　　(6)　+3

2　②

3　③

4　3つ

第19講　確認テスト

1　ウ

【解説】

それぞれの酸化数を記しておく。

A：0　B：＋1　C：－1　D：－1　E：－2